

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
Белорусского государственного
университета



А.Е. Толстик

Регистрационный № УД- 674 /уч.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ:
МЕТОДЫ ХИМИЧЕСКОЙ КИНЕТИКИ**

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

1-31 80 06 Химия

Минск 2015 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 80 06-2012:

«Образовательный стандарт высшего образования. Высшее образование. Вторая ступень (магистратура). Специальность - 1-31 80 06 Химия. Ступень магистр химических наук», учебного плана второй ступени высшего образования (магистратуры), специальность: 1-31 80 06 Химия, рег. № G 31-047/уч. от 30.05.2012 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Ю. В. Максимук, доцент кафедры физической химии Белорусского государственного университета, кандидат химических наук

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В.А. Ломоносов, заведующий научно-исследовательской лабораторией физической химии конденсированных сред Белорусского государственного университета, кандидат химических наук

З.А. Антонова, заведующая лабораторией топлив, масел и кормов НИИ ФХП БГУ, кандидат химических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой физической химии Белорусского государственного университета
(протокол № 3 от 09.10.2015)

Учебно-методической комиссией химического факультета Белорусского государственного университета
(протокол № 2 от 12.10.2015)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по дисциплине «Экспериментальные методы физической химии: методы химической кинетики» разработана для специальности 1-31 80 06 Химия. Является курсом для студентов магистратуры химического факультета очной формы обучения.

Курс посвящен физико-химическим методам исследования кинетических закономерностей протекания гомогенных и гетерогенных химических реакций.

Основная цель дисциплины – сформировать у студентов системное представление о многообразии подходов и методов исследования кинетических параметров химических реакций на базе современного аналитического оборудования.

Задачей дисциплины является развитие умения применять полученные знания при решении практических задач по определению кинетических характеристик различных химических процессов.

Курс «Экспериментальные методы физической химии: методы химической кинетики» связан с курсами «Химической кинетики», «Основы энергосбережения», преподаваемым студентам химического факультета.

Требования к освоению учебной дисциплины

В результате изучения курса:

Студенты должны знать:

- теоретические основы и области применения экспериментальных методов для изучения химической кинетики, включая установление механизмов химических реакций;
- принципы работы основного инструментального оборудования.

Студенты должны уметь:

- получать кинетические данные для описания химических процессов с использованием различных физико-химических методов;
- ориентироваться в современных направлениях развития кинетических исследований и анализировать различные методы и подходы;
- применять современные информационные технологии при моделировании практических кинетических задач.

Студенты должны владеть:

- основами знаний по химической кинетике;
- кинетическими приемами и методами исследования химических реакций;
- практическими навыками работы с аналитическим оборудованием.

Изучение дисциплины осуществляется на лекциях, лабораторных занятиях, в процессе выполнения самостоятельных работ и сдачи текущего экзамена. **Общее количество учебных часов** 112, из которых 78 часов отводится на самостоятельную работу и 34 на аудиторные занятия. **Аудиторные часы** включают в себя 18 часов лекций, 13 часов лабораторных занятий и 3 часа УСР. Формы контроля самостоятельной работы студентов: коллоквиум, написание реферата по заданной теме.

На занятиях УСР студенты выступают с докладами рефератов, подготовленными по выбору из перечня предложенных тем или по темам, согласованным с преподавателем. Целью УСР является приобретение навыков использования полученных знаний для анализа результатов современных кинетических исследований различных химических реакций и процессов.

Цель лабораторного практикума – овладение навыками работы на современных приборах, методами регистрации и обработки результатов физико-химических экспериментов применительно к системам, изменяющимся со временем.

Текущая аттестация проводится в виде устного экзамена.

Полученные знания необходимы в различных областях химической и нефтяной промышленности, топливной энергетике, а также при проведении лабораторных анализов и научных экспериментов.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. *Основные понятия и методы изучения кинетики химических реакций.*

Раздел 2. *Особенности кинетики гетерогенных реакций* [Многостадийность гетерогенных реакций. Понятие степени разложения. Кинетическая кривая и геометрические модели твердофазных реакций. Типы гетерогенных взаимодействий. Основные лимитирующие стадии. Кинетические уравнения твердофазных реакций. Диффузионные, кинетические модели и модель зародышеобразования. Методика формально кинетического анализа. Линеаризация. Метод приведенного времени. Методы исследования механизма твердофазных реакций. Определение режима взаимодействия и направления массопереноса. Активное состояние реагентов. Методы оценки состояния реагентов и способы его активирования].

Раздел 3. *Диффузия в твердых телах* [Первый и второй закон Фика. Некоторые частные случаи решения уравнений второго закона Фика. Коэффициент диффузии и его температурная зависимость. Экспериментальные методы определения коэффициента диффузии. Дефекты в твердых телах].

Раздел 4. *Основы метрологии и технического регулирования* [Стандартизация, верификация и валидация методов исследования. Метрологические характеристики средств измерений и испытательного оборудования].

Раздел 5. *Термические методы анализа в кинетике химических реакций* [ТГ, ДТГ, ДТА, ДСК, ТМА]

Раздел 6. *Хроматографический метод при изучении кинетики химических реакций* [Теория хроматографического процесса. Количественный хроматографический анализ (метод нормировки, метод внутренней стандартизации, абсолютная калибровка). Метод отбора проб, метод конкурирующих реакций, импульсный метод].

Раздел 7. *Особенности кинетики химических реакций, проводимых при низких температурах.*

Раздел 8. *Кинетика процессов окисления.*

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«Экспериментальные методы физической химии: методы химической кинетики»

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Литература	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Основные понятия и методы изучения химической кинетики	2			7			Осн. [1,2] Доп. [2]	Устный опрос. Защита лабораторных работ.
2	Особенности кинетики гетерогенных реакций	5						Осн. [1,3,10] Доп. [2,5]	Коллоквиум
3	Законы Фика и частные случаи его решения	2						Осн. [3]	Коллоквиум
4	Основы метрологии и технического регулирования	2			1			Осн. [9]	Устный опрос. Индивидуальные задания.
5	Термические методы анализа в кинетике химических реакций	2					1	Осн. [3,7,10]	Защита рефератов.
6	Хроматографический метод при изучении кинетики химических реакций	2			1		1	Осн. [2] Доп. [6]	Защита лабораторных работ. Защита рефератов.
7	Особенности кинетики химических реакций, проводимых при низких температурах	1						Осн. [4]	Индивидуальные задания
8	Кинетика процессов окисления	2			4		1	Осн. [6] Доп. [1,3,4]	Защита лабораторных работ. Защита рефератов.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

РЕКОМЕНДУЕМАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Семиохин И. А., Страхов Б. В., Осипов А. И. Кинетика химических реакций: Учеб. пособие. — М.: Изд-во МГУ 1995. — 351 с
2. Экспериментальные методы химической кинетики. Под. Ред. Н.М. Эмануэль, М.Г. Кузьмина – М. МГУ, 1985. – 384 с.
3. Воробьева Т.Н. Химия твердого тела: Классический университетский учебник / Т. Н. Воробьева, А. И. Кулак, Т. В. Свиридова Минск, БГУ 2011 – 322 с.
4. Лишневский В.А. Низкотемпературные исследования в области химической кинетики и физики: Влияние кооперативности, туннелирования и фазовых переходов. – Минск: БГУ, 2008. – 215 с.
5. Доброго К.В., Жданок С.А. Физика фильтрационного горения газов – Мн.: ИТМО, 2002. – 203 с.
6. Jain S., Sharma M.P. Review of different test methods for the evaluation of stability of biodiesel // Renewable and Sustainable Energy Reviews – 2010. V. 14 – P. 1937–1947.
7. Альмяшев В.И., Гусаров В.В. Термические методы анализа: Учеб. пособие / СПбГЭТУ- СПб, 1999. – 40 с.
8. Juita et al. Low temperature oxidation of linseed oil: a review // Fire Science Reviews 1:3. – 2012. 36 p.
9. Мукина К.М. Основы стандартизации, метрологии и сертификации: учебно-методич. пособие / Минск: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2010. – 279 с.
10. Свиридова Т.В. Химия твердого тела: топохимическая кинетика. Электронное учебное пособие. – Минск, БГУ, 2011. – 23 с.

Дополнительная:

1. Денисов Е.Т., Мицкевич Н.И., Агабеков В.Е. Механизм жидкофазного окисления кислородсодержащих соединений. Минск: Наука и техника, 1975. – 336 с.

2. Денисов Е.Т., Саркисов С.М., Лихтенштейн Г.И. Химическая кинетика. – М.: Химия, 2000 – 568 с.
3. Основы практической теории горения: Учебное пос. для ВУЗов / Под. ред. В.В. Померанцева Л.: Энергоатомиздат, 1986. – 312 с.
4. Pullen J., Saeed K. An overview of biodiesel oxidation stability // Renewable and Sustainable Energy Reviews – 2012. V. 16 – P. 5924–5950.
5. Гилевич М. П., Покровский И. И. Химия твердого тела. – Мн.: изд-во «Университетское», 1985. – 192 с.
6. Винарский Р.А., Юрченко Р.А. Масс-спектрометрия и хромато-масс-спектральный анализ: пособие. Минск: БГУ, 2013. – 132 с.
7. Свиридова Т.В. Кинетика твердофазных реакций – Минск: БГУ, 2007. – 88с.

ПРОГРАММА ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Занятие 1. Лабораторная работа № 1.

Определение окислительной стойкости жидкого топлива методом Rancimat.

Освоение методик измерений, используемых в лаборатории топлив, масел и кормов НИИ ФХП БГУ

Занятие 2. Лабораторная работа № 2 Использование газовой хроматографии при изучении кинетики химических реакций

Занятие 3. Лабораторная работа № 3 Использование ИК-спектрометра при изучении кинетики химических реакций

Коллоквиум

Занятие 4. Защита лабораторных работ. Защита рефератов

График проведения контрольных мероприятий

№	Контрольное мероприятие	Тема	Номер занятия
1	Коллоквиум	Особенности кинетики гетерогенных реакций и законы Фика	9
2	Защита рефератов	Использование инструментальных методов для изучения кинетики химических реакций и процессов	11
3	Экзамен		

Тематика индивидуальных заданий (рефератов)

Темы рефератов разрабатываются для каждого учебного семестра и формируются в виде списка, предоставляемого студентам в середине курса (5-6 занятие). Количество тем соответствует числу студентов. Название темы соответствует наименованию исследования, посвященного использованию экспериментальных методов при изучении кинетики химических реакций и физико-химических процессов, а также в смежных областях физической химии. Материалы исследования для подготовки реферата, как правило,

должны представлять собой оригинальные статьи в научных или научно-практических, научно-технических журналах, опубликованные не позднее 5-7 лет назад. Рефераты оформляются в печатном виде и защищаются с использованием подготовленной компьютерной презентации.

Пример экзаменационного задания

Белорусский государственный университет

Химический факультет

Кафедра физической химии

Билет № 1

Дисциплина «Экспериментальные методы физической химии: методы химической кинетики»

1. Использование хроматографического анализа с масс-спектроскопией для изучения кинетики химических реакций.
2. 1-й и 2-ой законы Фика.
3. Вопрос по индивидуальному заданию (реферату)

Преподаватель _____

Зав. кафедрой _____

Дата утверждения:

Протокол №

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1. «Химическая кинетика»	Физической химии	нет предложений	согласовано (протокол № 3 от 09.10.2015)
2. «Основы энерго-сбережения»	Физической химии	нет предложений	согласовано (протокол № 3 от 09.10.2015)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО

на ____/____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры

_____ (протокол № ____ от _____ 201_ г.)

(название кафедры)

Заведующий кафедрой

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

(И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

(И.О.Фамилия)

РЕЗЕНЗИЯ

на учебную программу курса

«Экспериментальные методы физической химии: методы химической кинетики» для студентов специальности 1-31 80 06 – Химия, подготовленную к.х.н., доцентом кафедры физической химии Максимуком Ю.В.

Учебная программа спецкурса «Экспериментальные методы физической химии: методы химической кинетики» рассчитана на формирование системы знаний в области химической кинетики и использования экспериментальных методов для исследования кинетических закономерностей студентами специализаций 1-31 80 06 – Химия. Ее содержание соответствует уровню подготовленности студентов к изучению данной дисциплины. Успешность изучения программы обеспечивается предшествующей подготовкой студентов по таким дисциплинам как курс химической кинетики, аналитической и органической химии. В программе широко используются наработки кафедры физической химии и предлагаются к изучению новые перспективные направления в рассматриваемой области. Программа включает в себя широкий спектр научных и практических знаний в области экспериментальных исследований химической кинетики: от цели кинетического эксперимента и кинетической феноменологии химических реакций до моделирования процессов окисления углеводородных и оксигенатных топлив и использования в физической химии современных методов исследования (спектрометрических, хроматографических). Программа является многофункциональной и в то же время сбалансированной за счет сочетания классических научных представлений с прикладными приложениями по конкретным физико-химическим методам исследования. Содержание учебной программы соответствует приведенному плану.

Темы семинарских и лабораторных занятий являются актуальными научно-практическими аспектами, обеспечивающими развитие новых альтернативных технологий использования новых видов сырья и топлива. Уровень отражения в учебной программе современных достижений в области контроля качества при внедрении энерго- и биотехнологий в Республике Беларусь является высоким, а предлагаемая тематика обоснованной.

Считаю, что данная учебная программа может быть рекомендована к утверждению для студентов магистратуры химического факультета БГУ по специальности 1-31 80 06 - Химия.

Заведующий научно-исследовательской лаборатории

РЕЗЕНЗИЯ

на учебную программу курса

«Экспериментальные методы физической химии: методы химической кинетики» для студентов специальности 1-31 80 06 – Химия, подготовленную к.х.н., доцентом кафедры физической химии Максимуком Ю.В.

Учебная программа спецкурса «Экспериментальные методы физической химии: методы химической кинетики» соответствует уровню подготовленности студентов магистратуры к изучению данной дисциплины.

В пояснительной записке обосновывается объективная необходимость и целесообразность создания этого спецкурса. Данные предпосылки обусловлены реализуемой Республике Беларусь концепции развития новых источников сырья для химической продукции и методов их исследования. Одним из способов тестирования их свойств являются различные динамические методы, основанные на изучении кинематических закономерностей взаимодействия веществ между собой и на поверхности твёрдых тел, в частности, катализаторов. Новизна предлагаемой программы состоит в том, что студентам предоставляется возможность перейти от классических закономерностей аналитической и физической химии к современным практическим методам изучения химических реакций в динамике.

В информационной части приводятся темы лабораторных занятий. Данные занятия позволяют студентам получить наглядные представления об общих методах исследования механизмов и кинетики реакций окисления, разложения и т.д. Список литературы, использованной при составлении программы, состоит из монографий, пособий и научных обзоров, большинство из которых опубликовано в последние 10 лет. При создании программы было учтено наличие современного аналитического оборудования для проведения лабораторных работ по спецкурсу.

Данная учебная программа представляет собой один из возможных способов решения весьма сложной проблемы обучения студентов современным методам экспериментальной физической химии. Считаю, что данная учебная программа может быть рекомендована к утверждению для студентов магистратуры химического факультета БГУ по специальности 1-31 80 06 - Химия.

НИИ ФХП БГУ
канд. хим. наук, доцент

З.А. Антонова